

PASTO GUINEA COMO NODRIZA DE DOS ESPECIES NATIVAS DE ÁRBOLES PARA RESTAURACIÓN DE bsT.

ISABEL NICHOLLS

Estudiante, Universidad del Valle, Apartado Aéreo 25360, Cali, Colombia.

Correo electrónico: isanigi@hotmail.com

INGE ARMBRECHT

Docente Departamento de Biología, Universidad del Valle, Apartado Aéreo 25360, Cali, Colombia.

Correo electrónico: inge.armbrecht@correounivalle.edu.co

LEONARDO RIVERA

Investigador asociado en Cenicaña, Estudiante doctoral, Universidad del Valle, Apartado Aéreo 25360, Cali.

Colombia. Correo electrónico: endimion_x@yahoo.com

RESUMEN

Los bosques secos tropicales están severamente fragmentados y presentan gran riesgo de desaparecer. Por tanto, la restauración ecológica es básica para avanzar en solucionar esta problemática. El objetivo principal del estudio fue poner a prueba si *Megathyrsus maximus* (pasto guinea), especie introducida e invasora, sirve como planta nodriza para la siembra de especies nativas amenazadas como *Laetia americana* (manteco) y *Xylopia ligustrifolia* (burilico) en diferentes condiciones. Se realizaron dos ensayos de restauración: ampliación de borde de bosque y siembra en líneas dentro del bosque en la estación experimental de biología de la Universidad del Valle, que alberga un pequeño parche de bosque seco tropical en sucesión secundaria. Se extrajeron individuos de los bosques de Colindres y Chatas, se aclimataron en condiciones controladas; después del establecimiento, se trasladaron a campo donde se evaluó el crecimiento del burilico por siete meses y manteco por cinco meses. Los análisis realizados en RStudio bajo el modelo lineal mixto y modelo lineal mixto generalizado, mostraron que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos (con pasto y sin pasto) tanto para burilico como para manteco y sus porcentajes de supervivencia y mortalidad no estuvieron influenciados por la presencia o ausencia del pasto guinea en los sitios de estudio. Este estudio encontró que plantas competidoras podrían, en condiciones controladas, no perjudicar los esfuerzos de restauración, ya que actualmente los fragmentos de bosque seco del Valle del Cauca se encuentran inmersos en matrices de pastizales y cultivos.

Palabras clave: *Laetia americana*, *Xylopia ligustrifolia*, planta facilitadora, sucesión vegetal, Univalle, interior de bosque, borde de bosque, *Megathyrsus maximus*.

ABSTRACT

Dry forest fragments are severely fragmented and are prone to disappear. Ecological restoration is basic in the advance towards solving this problem. The main objective of this study was to examine whether *Megathyrsus maximus* (guinea grass), an introduced species, serves as a nurse plant to restoration with native endangered species such as *Laetia americana* (manteco) and *Xylopia ligustrifolia* (burilico) in different conditions. Two restoration essays were carried out: the enlargement of the forest border and planting in lines inside the forest of the biological experimental station at Universidad del Valle, which harbours a small dry forest patch in secondary succession. Individuals were extracted from Colindres and Las Chatas forests, these were acclimated under controlled conditions; after their establishment they were translated to the field where the growth of burilico and manteco were measured for seven and five months respectively. Generalized Mixed Linear model Analyses showed that there were no differences in growth between treatments, neither for burilico nor for manteco, and their survival percentages and mortality were not influenced by the presence or absence of the guinea grass in the study site. This study found that competitor plants, under controlled conditions could cause no problem to restoration efforts, since currently many dry forest fragments are immersed in pasture and agriculture matrices.

Key words: *Laetia americana*, *Xilopia ligustrifolia*, facilitator plant, plant succession, Univalle, forest interior, forest border, *Megathyrsus maximus*.

INTRODUCCIÓN

Los bosques desempeñan un papel fundamental en el desarrollo sostenible a nivel mundial (FAO 2010), pese a esto su tasa de reducción es alarmante. La transformación del suelo en terrenos dedicados a la agricultura y/o ganadería extensiva ha modificado drásticamente el paisaje, alterando los procesos sucesionales, estableciendo poblaciones diferentes a las del ecosistema original, dejando a su paso remanentes de bosque y potreros, y alterando el rango de distribución de las especies (Burgos 2009, Bedoya-Patiño *et al.* 2010).

Los servicios ecosistémicos que los bosques secos tropicales ofrecen han sido subvalorados, ya que el bosque seco tropical (bsT) es un ecosistema poco estudiado comparado con otros (Toledo *et al.* 2011). En Colombia, los bosques secos y muy secos llegaron a ocupar alrededor de 200.000 km². Actualmente queda solo el 1 % de la cobertura original en el país (Marulanda *et al.* 2003, CVC 2002), convirtiéndose en la formación de bosque más degradada y en mayor riesgo de desaparecer (Janzen 1988). Este ecosistema alberga gran diversidad de especies, la mayoría endémicas, muchas de ellas de rango restringido y alto nivel de rareza (Linares-Palomino and Pennington 2007). La capacidad del bsT para mantener biodiversidad va más allá de su propia circunscripción, ya que influye de manera importante sobre otros ecosistemas, brindando recursos para la supervivencia de las especies que migran a estos (Meave 2012).

Colombia presenta un profundo desconocimiento sobre los servicios que este ecosistema nos ofrece y exhibe un déficit en las estrategias de conservación para amortiguar y detener el impacto causado (Arcila *et al.* 2012). Puesto que la representación de este ecosistema en el portafolio de áreas protegidas del país es bajo (Ruiz and Fandiño 2009), debe ser prioridad contribuir con acciones que promuevan el conocimiento y la recuperación de especies vulnerables a partir de la restauración y conservación, ya que no sólo debe preocupar

el daño causado, sino la falta de información y conciencia sobre este ecosistema entre la población humana que coexiste con él (Meave 2012).

En el Valle del río Cauca, la degradación del bsT ha sido devastadora, dada la acelerada demanda de bienes y servicios a raíz de la ampliación de la “frontera agrícola” y en especial la consolidación de la industria cañera, cuyo apogeo y desarrollo empezó en 1950. El desarrollo creciente de este monocultivo modificó el paisaje, convirtiéndolo en un valle industrializado (CVC 2002) casi desprovisto de árboles. Según Pizano *et al.* (2014), la región con mayor representatividad de especies vegetales de bsT en Colombia es la del Valle del río Cauca, con un total de 1813 especies reportadas. Pese a esto, las coberturas dominantes son cultivos y pasturas y sólo el 1,76 % (10716 ha) del área corresponde a bsT. Este se compone de pequeños fragmentos y parches dispersos por todo el valle (Arcila *et al.* 2012). Lo anterior es preocupante ya que al encontrarse aislados disminuye el flujo génico y aumenta la endogamia condenando a este ecosistema a la extinción. Por ende, es vital entender que el mantenimiento de la diversidad biológica del bsT depende de la existencia misma del bosque original (Meave 2012). Sin embargo, aunque los estudios existentes sobre regeneración natural con fines forestales son escasos, estos indican la importancia del conocimiento de la dinámica de las plántulas en el suelo, así como la viabilidad, germinación, latencia de semillas y propagación de especies arbóreas, por tanto, es necesario ampliar el número de especies estudiadas para evaluar su ecología y dinámica poblacional, permitiendo hacer uso adecuado de las estrategias de conservación, como la restauración (Flores and Rivera 1984, Vargas *et al.* 2015).

La restauración ecológica es una disciplina multidimensional que abarca el conocimiento científico y el conocimiento social, con el propósito de buscar bases de sostenibilidad en los ecosistemas; para ello se debe realizar uso razonable de los recursos naturales, buscando devolver la integridad ecológica a los ecosistemas afectados (Vargas

2007). Por consiguiente, es necesario que exista disponibilidad de la flora nativa, para tener una base que permita la restauración de los patrones de regeneración o estados succionales del ecosistema (Vargas *et al.* 2010). Además debe tenerse en cuenta la escala a tratar, es decir, los diferentes niveles de organización. Por ejemplo a escala local y nivel de especie se pretende la recuperación de poblaciones de especies en particular; tratando de recrear el hábitat de estas, ya que las especies clave son piezas fundamentales para la restauración pues de ellas dependen otra gran cantidad de organismos (Ehrenfeld 2000, Vargas 2012). El éxito en la restauración de un ecosistema depende de identificar apropiadamente la estructura, composición y causas del disturbio, además es de gran importancia tener en cuenta los factores culturales e históricos, la relación actual e histórica entre el sistema natural y el sistema socioeconómico (Vargas *et al.* 2010).

Actualmente, una de las principales causas de pérdida en el rango de distribución de especies en ecosistemas como el bsT, es la presencia de especies introducidas para uso agrícola y ganadero. La propagación de especies exóticas invasoras ha creado una problemática en términos ecológicos, causando efectos negativos sobre los ecosistemas locales y las especies que los componen, poniendo en riesgo la biodiversidad nativa de las regiones afectadas (McNeeley *et al.* 2001).

El pasto guinea, *Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs, antes *Panicum maximum* Jacq, es una hierba introducida de África, de carácter invasor ya naturalizada. Esta gramínea que se encuentra entre las especies de crecimiento erecto (Morales-Nieto *et al.* 2012), es tolerante a la sequía, produce abundante forraje, además tiene capacidad de rebrotes aproximadamente cada 35 días (Cerdas and Vallejo 2011).

Dentro del complejo de bosques inundables del Valle geográfico del río Cauca, pertenecientes al bsT, existen aún relictos como las Chatas y Colindres, que se acercan a lo que en alguna época fue una de las formaciones más complejas por su diversidad, adaptaciones y relaciones ecológicas; en la actualidad la cobertura vegetal es escasa y simple, además la mayoría de su extensión ha sido

eliminada, limitando los procesos sucesionales y confinando la mayoría de especies existentes a la extinción. La composición actual de los remanentes de bosque inundable se aleja de la composición original, ya que por la ausencia de inundaciones las especies invasoras y oportunistas de otros ecosistemas han empezado a colonizar y desplazar la flora nativa, dado que esta presenta una tasa de regeneración casi nula, sus plántulas no son capaces de establecerse por diferentes factores en su mayoría de origen antrópico, acelerando el proceso de transformación de estos ecosistemas (Vargas 2009).

Xylopia ligustrifolia y *Laetia americana*, son especies representativas y emblemáticas del complejo de humedales del Alto río Cauca. Especies como estas son altamente especializadas y exclusivas del sistema de humedales del valle del Cauca (Vargas 2013, Pérez 2014), representado principalmente en el Zonobioma Alternohígrico, Este zonobioma se refiere a los bosques donde hay un período prolongado de sequía durante el cual las plantas experimentan déficit hídrico; por causas de transformación del hábitat natural de origen antropocéntrica o no, estas se encuentran cada vez más presentes en el Helobioma que se caracteriza por zonas de prolongada inundación, con drenaje deficiente, o encharcamientos (Calero 2011a y b, Hernández and Sánchez 1992). La distribución potencial de *X. ligustrifolia* y *L. americana* se encuentra restringida a los bosques que aún conservan parte de su cobertura original, es decir, en la franja transicional de bosque seco en pie de monte aluvial (Calero 2011a y 2011b) y su regeneración *in situ* es prácticamente nula; pese a esto son de las pocas especies de los estados avanzados de sucesión que se pueden encontrar todavía en este ecosistema (Vargas 2009).

Xylopia ligustrifolia Humb. & Bonpl. *ex* Dunal, comúnmente llamado burilico, es una especie que pertenece a la familia Annonaceae, según Murillo en 2001 se encuentra en los departamentos de Amazonas, Caquetá, Casanare y Valle del Cauca; Pizano *et al.* (2014) amplían el rango de distribución incluyendo Cauca, Santander y Tolima. En el Valle se ha reportado en los municipios de Buga, Jamundí, La Unión, Palmira, San Pedro, Tuluá, Yumbo y Yotoco. Es un árbol de hasta 25 me-

tros de altura, con flores blancas bisexuales, fruto carnoso rojo cuando maduro negro, sus picos de floración y fructificación anual son enero-marzo y julio-noviembre, sus semillas germinan principalmente bajo el dosel ya que dependen del estado del sotobosque y de su sombra, se han encontrado renuevos principalmente en áreas de dosel cerrado (Calero 2011a). En 2011, Calero comenta que se propuso incluir esta especie en la categoría (VU D2), a nivel nacional se encuentra como especie Casi amenazada (NT), de acuerdo con el listado preliminar del IAvH del 2010, Pizano *et al.* (2014) ratifican el estado casi amenazado y que se encuentra en Estrategia Nacional de Conservación de Plantas (ENCP).

Laetia americana L., conocido como manteco, es un árbol que pertenece a la familia Salicaceae. En el Valle del Cauca se encuentra en los municipios de Andalucía, Bolívar, Buga, Bugalagrande, Cali, Candelaria, Cartago, Guacarí, Jamundí, Palmira, San Pedro, Río Frío, Tuluá, Trujillo, entre otros. Es un árbol de hasta 25 metros de altura, aunque según Vargas (2009) pueden llegar a medir hasta 35 metros; con flores bisexuales blancas, fruto ovoide capsular color amarillo a rojo cuando maduro, tiene dos picos de floración entre marzo-mayo y octubre-diciembre, con fructificación casi todo el año (Calero 2011 b). Es común encontrar rodales de semillas de manteco dentro de los potreros y áreas perturbadas, bajo los cercos de alambre y de los árboles donde se perchan aves; estas son el mayor dispersor de esta especie (Vargas 2009, Calero 2011b). Pese a esto, es una especie que se encuentra amenazada y se ha propuesto para diferentes categorías como S2 en el primer taller de conservación de plantas del valle. Según Calero (2011a) en 2002 se propuso incrementar su grado de amenaza a S1; en el Plan de manejo para conservación de especie focales en el Valle del Cauca del 2011, se propone la inclusión del manteco en la categoría, Regional de Vulnerable (VU D2), en 2014 Pizano y García reportan esta especie dentro de la Estrategia Nacional de Conservación de Plantas (ENCP).

Con base en la información anterior, este estudio busca brindar herramientas para restaurar áreas de bosque seco degradadas, invadidas con pastizales exóticos, examinando si el pasto guinea in-

terfiere con los esfuerzos de restauración o si este podría comportarse como nodriza en condiciones de sombra de dosel, debido a que su crecimiento es más moderado, y podría proteger de desecación a plántulas creciendo bajo su cobertura. Según la literatura se ha demostrado, que el trabajo de restauración, teniendo en cuenta las arvenses como nodrizas es económico, cómodo e implica menos impacto en el ecosistema, ya que en la mayoría de los casos se incrementa la supervivencia de las plántulas (Castro *et al.* 2004) y el pasto guinea, por su condición de arvense, podría brindar protección, en condiciones adversas, a especies de sucesiones tardías y en peligro como *Xylopia ligustifolia* y *Laetia americana*. Si este pasto no inhibe el crecimiento de sus plántulas, podría facilitar su establecimiento y desarrollo en etapas tempranas. Además se pretende establecer poblaciones de dos árboles nativos de bsT en un parche donde están ausentes y presenta condiciones similares a su ecosistema original, ampliando así su rango de distribución y restaurando a nivel de especie poblaciones tan afectadas como las de burilico y manteco, convirtiéndose en uno de los principales aportes al manejo de paisajes dominados por pastos.

MÉTODOS

El estudio fue llevado a cabo en la estación experimental del departamento de Biología de la Universidad del Valle sede Meléndez, departamento del Valle del Cauca, municipio de Santiago de Cali; de cuatro hectáreas aproximadamente y contiene un pequeño parche de bosque seco en sucesión secundaria, en el que predominan árboles de balso (*Ochroma pyramidale*), chiminango (*Phytocelobium dulce*) y guácimo (*Guazuma ulmifolia*). Su sotobosque está constituido principalmente por plantas de las familias: Poaceae, Solanaceae y Commelinaceae. En su interior se encuentra un claro invadido por pasto guinea o pasto africano (*Megathyrus máximus*), el cual es una especie introducida y extremadamente invasora; además colinda con una zona de pastizal de origen antrópico, invadida principalmente por *M. máximus* con una marcada vocación de humedal cruzada por periodos de sequías.

Se realizaron tres salidas de campo para reco-

lectar plántulas de *Xilopia ligustrifolia* (burilico) y *Laetia americana* (manteco): en el bosque de Colindres en los meses septiembre y noviembre de 2015, se rescató un total de 27 y 20 plántulas de burilico respectivamente. En diciembre de 2015 se realizó la recolección de 32 plántulas de manteco en el bosque Las Chatas. Colindres se encuentra en el sur del departamento del Valle del Cauca, a 3°16'25.8"N, 76°29'31"W y 975 m.s.n.m. Hasta 2007 tenía una extensión de 10 ha y una matriz conformada principalmente por potrero arbolado con mantecos y caña de azúcar (Arcila 2007); Las Chatas se encuentra dentro de la zona de amortiguamiento del AICA -Laguna de Sonso-, cerca de 500 m al este de la misma, ubicado en el centro del departamento a 3°51'20.8"N, 76°20'5.35"W, 950 m.s.n.m. Hasta el 2007 estaba rodeado por una matriz conformada por potrero ganadero, con una extensión de 10,8 ha (Arcila 2007).

Las plántulas se transportaron hasta la Universidad del Valle con su misma tierra en recipientes con agua; para el caso de los burilicos se trasplantaron el mismo día de la colecta y los mantecos se dejaron de un día para otro en agua y se trasplantaron a los dos días siguientes. Posteriormente se sometieron a condiciones controladas en bolsas negras marcadas, para su aclimatación.

Después de la aclimatación, los individuos sobrevivientes fueron trasplantados. Para esto primero se escogieron en parejas de altura similar, todas las plántulas se dispusieron en parcelas 1m², dejando 1m de distancia entre cada plántula; se utilizó hidrogel en el fondo de los hoyos de siembra (aproximadamente 1cm³) se sembraron en hoyos de 30 x 20 cm y 20 cm de profundidad. Se utilizó un diseño pareado con parcelas tratamiento "con pasto" y "sin pasto" vecinas entre sí. Los tratamientos se seleccionaron aleatoriamente en cada pareja de parcelas. Las parcelas "con pasto" se despejaron de arvenses 20 cm alrededor de la plántula; las parcelas "sin pasto" se mantuvieron completamente despejadas de vegetación mediante podas. Los tratamientos fueron marcados con cinta de peligro y fueron regadas día de por medio durante la sequía con ayuda de mangueras de riego instaladas para dicho fin.

Para *Xylopia ligustrifolia* se siguió el diseño en

líneas según la metodología de Meli and Carrasco-Carballido descrita en el 2011. En una parcela de 6m x 20m se distribuyeron en tres filas, un total de 32 plántulas, 16 con pasto guinea (tratamiento) y 16 sin pasto (control). Como variable respuesta se tomó mensualmente la altura de cada plántula hasta el meristemo apical, el diámetro del tallo a 1cm del suelo, el número de ramas y la longitud de las ramas. Lo anterior se realizó por siete meses (febrero a agosto de 2016).

Se sembró un total de 26 plantulas de *L. americana*, 13 con pasto (tratamiento) y 13 sin pasto (control), siguiendo la gotera del bosque que tiene pasto guinea. Se tuvo en cuenta el diseño de ampliación de borde de bosque descrito por Vargas en 2007. De este modo se distribuyeron cuatro hileras consecutivas, se aplicó hidrogel y se usó hojarasca del bosque para facilitar la retención de humedad. Como variables de respuesta se tomaron mensualmente medidas de número de rebrotes en la base, número de ramas que fueron emergiendo y el número de hojas. Se realizó toma de datos durante cinco meses (julio a noviembre de 2016).

Para los dos experimentos independientes se tuvo en cuenta la supervivencia de cada individuo para poder medir la efectividad de la planta nodriza respecto al control.

Los datos se analizaron mediante un modelo lineal mixto y un modelo lineal mixto generalizado ambos para datos no paramétricos, usando el programa RStudio (R versión 3.3.2 (2016-10-31), el cual se corre para encontrar diferencias significativas entre los dos tratamientos para cada variable y entre los meses muestreados. Además se realizó el test exacto de Fisher para los datos de supervivencia y mortalidad, por ser el más apto para muestras pequeñas.

RESULTADOS

El porcentaje de supervivencia para *Xylopia ligustrifolia* fue 87,5 % para el tratamiento con pasto y 56,25 % para el control (Figura 1). Según el test de Fisher ($p=0,1134$), la diferencia no fue significativa, es decir no hay suficiente evidencia para asegurar que la mortalidad o supervivencia de los individuos depende o no depende de los tratamien-

tos (con pasto o sin pasto). Para *Laetia americana* el porcentaje de supervivencia fue 84,62 % para el control sin pasto, mientras el tratamiento con pasto fue 69,23 % (Figura 2). Tampoco se encontró evidencia, según el test de Fisher ($p=0,6447$) que el tratamiento influyera o no en la supervivencia de los individuos.

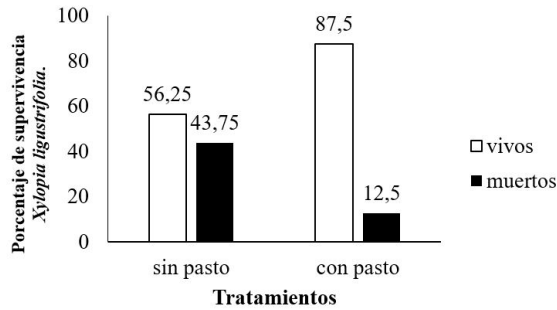


Figura 1. Diferencias entre los porcentajes de supervivencia entre los tratamientos: con pasto y sin pasto, aplicados a plántulas de *Xylopia ligustrifolia* después de siete meses.

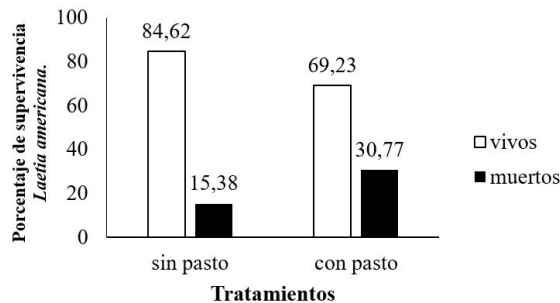


Figura 2. Diferencias entre los porcentajes de supervivencia entre los tratamientos: con pasto y sin pasto, aplicados a plántulas de *Laetia americana* después de cinco meses.

Según el modelo lineal mixto, no se encontraron diferencias significativas entre tratamiento y control en los individuos evaluados de *Xylopia ligustrifolia* para las siguientes variables: altura total ($X^2=0,8549$; $p=0,3552$), diámetro a 1cm del suelo ($X^2=0,6153$; $p=0,4328$) y longitud total ($X^2=0,6153$; $p=0,4328$). Sin embargo, cada una de estas variables presentaron diferencias significativas entre los meses: diámetro ($X^2=238.8310$, $p=2e-16$), altura ($X^2=157.9912$; $p=2e-16$) y longitud de las ramas ($X^2=0.3776$; $p=0.5389$), significando que, a través del tiempo se presentó incremento en las medidas de los individuos in-

dependiente del tratamiento (Figuras 3, 4, 5). Además, según el modelo lineal mixto generalizado (GLM) no se encuentran diferencias significativas entre los tratamientos para número de ramas ($X^2=0,298$; $p=0,5852$), pero sí entre los meses ($X^2=95.175$; $X^2=2e-16$), es decir, que a medida que pasa el tiempo aumenta el número de ramas (Figura 6).

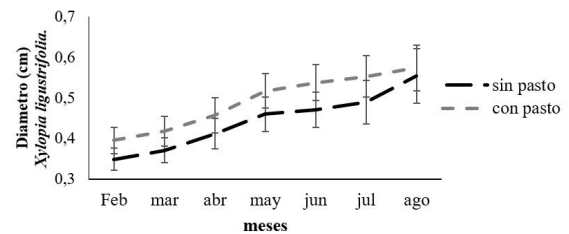


Figura 3. Diámetro promedio de *Xylopia ligustrifolia* durante un periodo de siete meses.

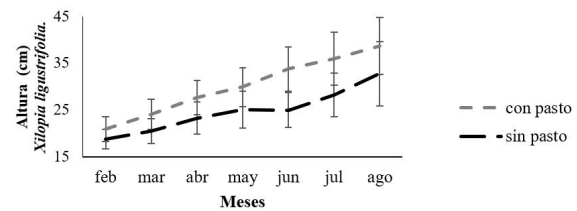


Figura 4. Altura promedio de *Xylopia ligustrifolia* durante un periodo de siete meses.

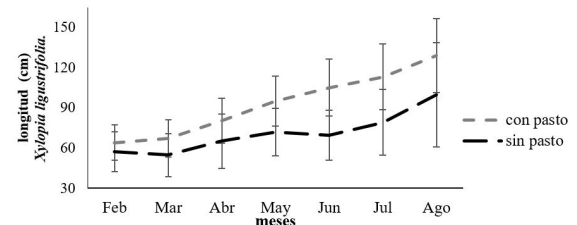


Figura 5. Longitud total de las ramas de *Xylopia ligustrifolia* durante un periodo de siete meses.

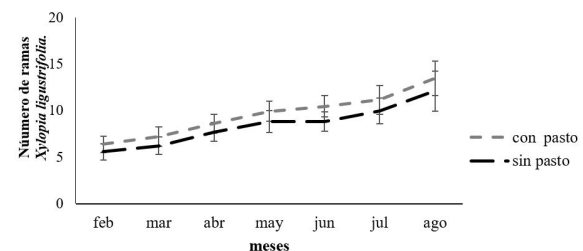


Figura 6. Número de Ramas *Xylopia ligustrifolia* por mes, durante siete meses.

El modelo lineal mixto generalizado muestra que

no se presentan diferencias significativas entre los tratamientos para *Laetia americana* respecto al número de hojas ($X^2=3,598$; $p=0,05785$) (Figura 7), número de rebrotes ($X^2=3.8242$; $p=0,050183$) (Figura 8) y número de ramas ($X^2=0,2026$; $p=0,6526$) (Figura 9), indicando que no influye alguno de los tratamientos en ninguna de estas variables. Sin embargo, se presentan diferencias entre los meses para número de hojas ($X^2=65.332$; $p=2,19e-13$) y número de rebrotes ($X^2=20.0604$; $p=0,0004859$) que sugiere que a medida que pasa el tiempo aumenta el número de hojas y de rebrotes, pero no para la variable número de ramas ($X^2=3,9758$; $p=0,4093$). En esta no existen diferencias significativas por meses ó sea que el surgimiento de ramas no está relacionado con el paso del tiempo.

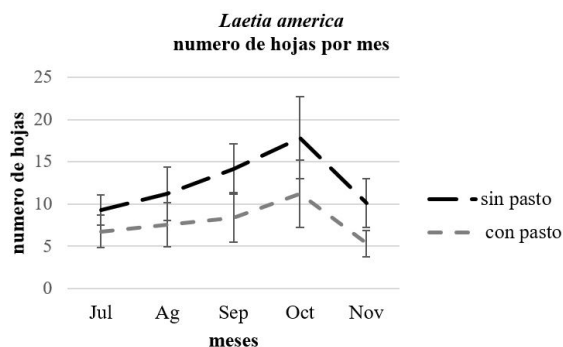


Figura 7. Número de hojas en plántulas de *Laetia americana* sometidas a tratamiento y control con pasto guinea, por un periodo de cinco meses.

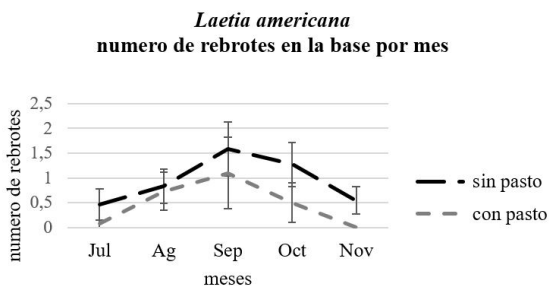


Figura 8. Numero de rebrotes en la base en plántulas de *Laetia americana* sometidas a tratamiento y control con pasto guinea, por un periodo de cinco meses.

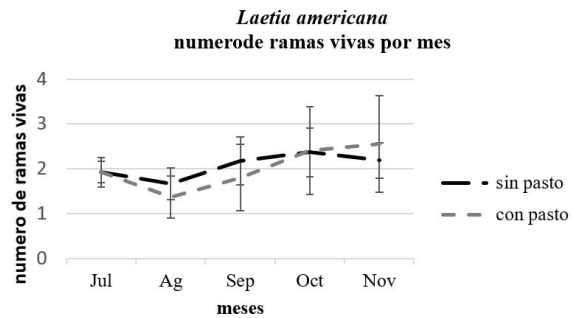


Figura 9. Número promedio de ramas vivas en plántulas de *Laetia americana* sometidas a tratamiento y control con pasto guinea, por un periodo de cinco meses.

DISCUSIÓN

Según el análisis de resultados, respecto a *X. ligustrifolia* no existen diferencias significativas entre el tratamiento y el control para las variables de crecimiento: diámetro del tallo a 1cm del suelo, altura total, longitud de las ramas y número de ramas, lo que sugiere que el pasto guinea no infirió o influyó en el crecimiento de las plántulas, ya que las plántulas crecieron a la par con y sin pasto.

Para *X. ligustrifolia*, aunque no significativo, el porcentaje de supervivencia fue mayor en los individuos con pasto comparado con el de los individuos sin pasto, mostrando una tendencia nodriza del pasto tal vez por las condiciones de sombra del dosel dentro del bosque de este ensayo. El experimento se estableció en un claro dentro del bosque, cuyo sotobosque era solo pasto guinea, y cuyos árboles eran en mayoría *Guazuma ulmifolia* y *Ochroma pyramidale*, especies consideradas pioneras en la sucesión (Müller *et al.* 1993). Según Peñalosa *et al.* (2001), una vez las especies pioneras se establecen las plántulas de sucesiones tardías son capaces de establecerse bajo su dosel; además su sombra diezma el crecimiento de algunas plantas (Müller *et al.* 1993) como el pasto guinea.

El género *Panicum*, actualmente *Megathyrsus*, presenta las dos rutas fotosintéticas C3 y C4. Las gramíneas con el mecanismo C4 se caracterizan generalmente por su baja tasa de fotorespiración y pérdida de agua, además de un acelerado crecimiento, alta resistencia a temperaturas extremas (Giraldo-Cañas 2014). Por consiguiente, aunque

sobrevive persistentemente dentro del bosque, el crecimiento del pasto guinea dentro del bosque se vió diezmado por la presencia de los árboles que redujeron la cantidad de radiación solar gracias al dosel extendido. Esta inhibición del crecimiento pudo cambiar su comportamiento de inhibición y capacidad competitiva hacia los árboles bajo su dosel. Vargas *et al.* (2010) afirman que el control con sombra es una buena estrategia para erradicar los pastos de lugares invadidos por estos; por consiguiente el pasto fue menos agresivo y parece no haber generado competencia directa para las plántulas de *X. ligustrifolia*. Se observó que bajo el pasto se generó un microhábitat diferente que donde estaba ausente, como efecto indirecto de crecer bajo los árboles pioneros (de unos 10m de altura) ya que el pasto no era tan denso como fuera del bosque. La no significancia según el test de Fisher ($p=0,1134$) también se podría atribuir a que el tamaño de la muestra no fue lo suficientemente representativa para demostrar que el pasto crea un microclima que puede favorecer el establecimiento de las plántulas a medida que pasa el tiempo. Además se puede suponer que el tiempo evaluado (siete meses) no fue suficiente para arrojar resultados que mostraran una clara relación entre la supervivencia y la presencia o ausencia del pasto. En estudios con plantas nodrizas, se pueden requerir periodos superiores a dos años para evaluar la supervivencia de árboles en diferentes estados sucesionales (Galindo *et al.* en prensa).

En la fase de establecimiento de los individuos de *Laetia americana* en invernadero, se observó la pérdida de hojas y ramas; más tarde aparecieron rebrotes, hojas y ramas, las cuales aumentaron y disminuyeron hasta el día de la siembra en el mes de junio, más se notó un declive para cada una de las variables evaluadas. Una explicación es que al introducir las plántulas a áreas degradadas con limitación de nutrientes y disponibilidad de agua como por ejemplo recién trasplantadas, la tasa de crecimiento de la parte aérea de estas disminuye notablemente, explicando el porqué de la pérdida de hojas y ramas. Cabe resaltar que varias plantas perdieron sus hojas y luego rebrotaron, mostrando la resiliencia de este árbol. Por otro lado, el análisis lineal mixto generalizado, realizado para el experimento con *Laetia ameri-*

cana en borde de bosque, mostró que no existen diferencias significativas entre el tratamiento (con pasto) y el control (sin pasto) para el número de rebrotes, número de hojas y número de ramas. Sin embargo, se nota que los individuos control (sin pasto) fueron los que más aumentaron su número de ramas, hojas y rebrotes; lo cual puede estar atribuido a que en el borde del bosque, el pasto no actúa como nodriza si crece de una manera desmesurada, ya que las especies C4 requieren de hábitats abiertos, saturación lumínica alta y altas temperaturas (Giraldo-Cañas 2014). En la zona de borde de bosque las plántulas de *L. americana* se observaban más inhibidas en cuanto a producción de órganos que aquellas que tenían pasto guinea. Según Vargas *et al.* (2010) es recomendable en zonas de pastizales la erradicación de estos ya que esta especie por ser invasora es altamente competitiva, al no tener sombra, tendrá mejor desarrollo de su biomasa ya que es una planta que necesita luz para recuperar la pérdida de energía producto de la ruta C4 que utiliza para hacer más eficaz su capacidad fotosintética.

Con respecto al porcentaje de supervivencia fue más alto para los individuos sin pasto con 84, 62 %, comparado con los individuos con pasto 69,23 %. Sin embargo al hacer el test de Fisher no se presentó relación entre el tratamiento y el control con los porcentajes de supervivencia de las plántulas, lo que quiere decir que la ausencia o presencia de pasto no afectó la supervivencia. Se supone, que el porcentaje de supervivencia más alto en las plántulas sin pasto se debe a que estos individuos estaban menos estresados y tenían menos competencia por parte del pasto, ya que este al ser una especie introducida y al no estar bajo sombra se vuelve invasor porque tiene mayor producción de biomasa que en este caso no favorece a la plántula convirtiéndolo en un competidor, mas no en una nodriza. Por otro lado el tamaño de la muestra también pudo ser un limitante a la hora de llegar a una conclusión ya que en diferentes estudios se evalúa más individuos en un periodo de tiempo más largo. En este sentido es razonable que el presente estudio no haya encontrado diferencias significativas en el crecimiento de plántulas de estas dos especies de árboles nativos de bosque seco tropical, con y sin pasto guinea a su alrededor. Los resultados mues-

tran que plantas competidoras como *M. maximus* podrían, en condiciones controladas, no perjudicar los esfuerzos de restauración, ya que actualmente los fragmentos de bosque seco del Valle del Cauca se encuentran inmerso en matrices de pastizales y cultivos.

En conclusión de acuerdo a los resultados analizados estadísticamente no se puede afirmar que el pasto guinea *M. maximus* se considere planta nodriza o facilitadora, ni tampoco supresora para el crecimiento de plántulas de *Xylopia ligustri-folia*, en los primeros meses, dentro de un claro de bosque y no influye en la supervivencia de estas. Por otra parte, no se puede asegurar que *M. maximus* sea especie nodriza o facilitadora para la plántulas de *Laetia americana* en el borde de bosque, tampoco se puede asegurar que influya la ausencia o presencia del pasto en la supervivencia de plántulas de árboles nativos de dos especies de bosque seco tropical.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi familia: A mi abuela Libia Mejía que murió y siempre fue mi inspiración, a Luis

Carlos Giraldo por su colaboración en estos años de estudio, en especial a Catalina Nicholls, Elizabeth Giraldo y Vivian Blum por su apoyo incondicional y ayuda económica; a James Montoya por las ideas para empezar el proyecto y a Leonardo Rivera al finalizar, igual que a Inge Armbrecht por ser una gran maestra y guía en mi formación académica y personal, además de su ayuda económica, a Dagoberto Sinisterra por ser un maestro y apoyar en campo en todo momento, a Sebastián Orejuela por su apoyo logístico en campo, fuera y dentro de la universidad, a Cesar Celi por su colaboración en campo, Kimmel Chamat por su colaboración en la siembra de algunos árboles, a Andrés Ulloa por su acompañamiento en toma de Datos, a Andrés Perdomo por su ayuda en campo a Kimberly Navarro por su apoyo en redacción, a Wilmar Torres por su acompañamiento estadístico, a Juana Pabón Nicholls por apoyo en insumos, a María Ester Cardona por su acompañamiento en campo y por último al Alma Mater, Universidad del Valle por brindarme la posibilidad de realizar mi trabajo de campo en ella.

LITERATURA CITADA

- Arcila, A.M., Valderrama, C. and Chacón-Ulloa, P. (2012). Estado de fragmentación del bosque seco de la cuenca alta del río Cauca, Colombia, *Revista Biota Colombiana*, Vol. 13 No. 2, pp. 86-101.
- Arcila, A.M. (2007). *¿Afecta la Fragmentación la colonización por especies oportunistas?: Estructura del paisaje, Riqueza de especies y Competencia como determinantes de la densidad poblacional de la pequeña hormiga de fuego *Wasmannia auropunctata* (Roger) en fragmentos de bosque seco tropical.* Tesis de Doctorado. Universidad del Valle, Departamento de Biología. Cali, Colombia.
- Bedoya-Patiño, J.G., Estévez-Varón J.V. and Castaño-Villa G.J. (2010). “Banco de semillas del suelo y su papel en la recuperación de los bosques tropicales”, *Boletín Científico, Museo de Historia Natural*, Vol. 14 No. 2, pp. 77-91.
- Burgos, M. (2009). *Flora vascular con características potenciales para el aprovechamiento y conservación de los fragmentos de selva en el municipio de Atzalan, Veracruz.* Tesis de Maestría, Instituto de Ecología, A.C.
- Calero, V.E. (2011)a. “*Laetia americana*”, en Botina, J.R. (Comp), *Planes de manejo para la conservación de 22 especies focales de plantas en departamento del Valle del Cauca*, CVC- FANAGUA, Cali, Colombia, pp.187-199.
- Calero, V.E. (2011)b. “*Xylopia ligustrifolia*”, en Botina, J.R. (Comp), *Planes de manejo para la conservación de 22 especies focales de plantas en departamento del Valle del Cauca*, CVC- FANAGUA, Cali, Colombia, pp.117-128.

- Castro, J., Zamora, R., Gómez, L., Gómez, J.M., Hodar, J.A. and Baraza E. (2004), “Uso de matorrales como plantas nodriza en ambientes mediterráneos: evaluación de una nueva técnica de repoblación forestal”, *Sociedad Española de Ciencias Forestales*, Vol. 17, pp. 145-150.
- Cerdas, R. and Vallejos, E. (2011), “Disponibilidad de biomasa del pasto guinea (*Megathyrus maximus*) Tanzania con varias fuentes y dosis de nitrógeno en Guanacaste, Costa Rica”, *InterSedes: Revista de la sedes Regionales*, Vol. 7 No. 23, pp. 32-44.
- CVC, (2002), *Bosques muy Secos del departamento del Valle del Cauca* Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca.
- Ehrenfeld, J.G. (2000). “Defining the Limits of Restoration: The Need for Realistic Goals”, *Journal Restoration Ecology*, Vol. 8 No 1, pp. 2-9.
- FAO (2010), Evaluación de los Recursos Mundiales Forestales 2010- Informe nacional, Perú.
- Flores, E.M. and Rivera, D. I. (1984). “Clave para semillas y plántulas de las especies del genero *Erythrina* en el Valle Central, Costa Rica*” *Revista de Biología Tropical*, Vol.32 No. 2, pp. 241-252.
- Galindo, V. A., Z. Calle, J. Chará and I. Armbrrecht. En prensa 2016. “Facilitation by pioneer shrubs for the ecological restoration of riparian forests in the Central Andes of Colombia” doi: 10.1111/rec.12490. 7pp
- Giraldo-Cañas, D. (2014),” Riqueza y Distribución Altitudinal de Gramíneas C3 y C4 en la Guayana Venezolana”, *Revista Ciencia en Desarrollo*, Vol. 5 No. 1, pp. 77-84.
- Hernández, I. and Sánchez, H. (1992). “Biomasa terrestres de Colombia” En Halffer, G. (Ed.), *Diversidad biológica en Iberoamérica I*, primera edición, Instituto de Ecología, A.C, Xalapa, México, pp. 153-175.
- Janzen, D. H. (1988), “*Tropical Dry Forests The Most Endangered Major Tropical Ecosystems*”, in Wilson, E. O. (Ed.), *Biodiversity*, National Academy Press, Washington D.C., pp. 130-137.
- Linares-Palomino, R. and Pennington, T. R. (2007). Lista anotada de plantas leñosas en bosques estacionalmente secos del Perú una nueva herramienta en Internet para estudios taxonómicos, ecológicos y de biodiversidad”, *Arnaldoa*, Vol. 14 No. 1, pp. 149- 152.
- McNeely, J.A., H.A.Mooney,L.E.Neville,P.Schei,and J.K.Waage. (2001), *A Global Strategy on Invasive Alien Species*. IUCN Gland,Switzerland and Cambridge, UK, pp. 50.
- Marulanda, L.O., Uribe, A., Velásquez, P., Montoya, M.A., Idárraga, A., López, M.C. and López, J.M. (2003) “Estructura y composición de la vegetación de un fragmento de bosque seco en San Sebastián, Magdalena (Colombia). I. Composición de plantas vasculares”, *Revista Actualidades Biológicas*, Vol. 25 No. 78, pp. 17-30.
- Meave, J.A., Romero-Romero, M.A., Salas-Morales, S.H., Pérez-García, E.A. and Gallardo-Cruz, J.A. (2012), “Diversidad, amenazas y oportunidades para la conservación del bosque tropical caducifolio en el estado de Oaxaca, México” *Ecosistemas*, Vol 21 No 12, pp85-100.
- Meli, P. and Carrasco-Carballido, V. (2011), “Restauración ecológica de riberas, Manual para la recuperación de la vegetación ribereña en arroyos de la Selva Lacandona”, *Serie Diálogos*, No. 5, pp. 22.
- Morales-Nieto, C.R., Enríquez-Quiroz, J.F., Villanueva-Avalos, F., Herrera-Cedano, A.R., Quero -Carrillo, J., Becerra -Becerra, R.A., Sánchez -Gutiérrez and Jurado -Guerra, P. (2012), “*Manual para el establecimiento y manejo de semilleros de especies forrajeras en México*”, Folleto Técnico, No. 21, pp. 75.
- Murillo-A, J. (2001), “Las Annonaceae de Colombia”, *Revista Biota Colombiana*, Vol. 2, No. 1, pp.49-58
- Müller, E., Guillén, L., Fedlemeier, CH. and Cartín, F. (1993), *Bosque secundario: una reforestación natural—*, Proyecto CATIE / COSUDECOSEFORMA, Costa Rica, pp. 8.

- Peñalosa, A., Cavieres, L.A., Arroyo, M.T.K. and Torres, C. (2001), "Efecto nodriza intra-específico de *Kageneckia angustifolia* D. Don (Rosaceae) sobre la germinación de semillas y sobrevivencia de plántulas en el bosque esclerófilo montano de Chile central", *Revista chilena de historia natural*, Vol. 74, No. 3, available at: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-078X2001000300005&lng=es, (Último acceso 15 dic. 2016).
- Pérez, S. (2014) *Ecología de poblaciones y aspectos implicados en la conservación de **Xylopia ligustrifolia** y **Laetia americana**, dos especies de los ecosistemas inundables de la cuenca media alta del río cauca (valle del cauca)*. Tesis de pregrado, Universidad ICESI, Cali, Colombia.
- Pizano, C., Cabrera, M. y García, H. (2014), "Bosque seco tropical en Colombia; generalidades y contexto", en Pizano, C., y García, H. (Ed.), *El Bosque Seco Tropical en Colombia*, (IAvH), Bogotá, D.C, Colombia, pp. 37-47.
- Ruiz, J. and Fandiño, M.C. (2009) "Estado del bosque seco tropical e importancia relativa de su flora leñosa, islas de la Vieja Providencia y Santa Catalina, Colombia, Caribe suroccidental", *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas*, Vol. 33 No126, pp. 5-15.
- Toledo, T., Meave, J.A., González-Espinosa, M. and Ramírez-Marcial, N. (2011), "Tropical montane cloud forests: current threats and opportunities for their conservation and sustainable management in Mexico", *Journal of Environmental Management*, Vol 92, pp. 974-981.
- Vargas, O. (2007), "Los pasos fundamentales de la Restauración Ecológica", Vargas, O. (Ed), *Guía metodológica para la restauración ecológica del Bosque Altoandino*, primera edición, Bogotá D.C, pp. 17-35.
- Vargas, W. (2009), "Las plantas de los ecosistemas inundables", en Alvarez- López, H. (Ed), *Humedales del valle geógrafo del río cauca: génesis biodiversidad y conservación*, primera edición, (CVC), Santiago de Cali, Colombia, pp 83-95.
- Vargas, O., Reyes, S.P., Gómez, P.A. and Díaz, J.E. (2010), *Guías técnicas para la Restauración Ecológicas de Ecosistemas*. Convenio de asociación no. 22 entre Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) y Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (ACCEFYN), Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C.
- Vargas, O., Díaz, J. E., Reyes, S. P. and Gómez P. A. (2012), *Guías Técnicas Para La Restauración Ecológica De Los Ecosistemas de Colombia*, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D. C, pp. 15-28.
- Vargas, J.A., Duque O.L and Torres, A.M. (2015), "Germinación de semillas de cuatro especies arbóreas del bosque seco tropical del Valle del Cauca, Colombia", *Revista de Biología Tropical*, Vol. 63 No. 1, pp. 249-261.